

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-13231

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup> 識別記号 庁内整理番号 ⑭ 公開 昭和61年(1986)1月21日  
 G 02 F 2/00 7348-2H  
 H 01 S 3/18 7327-5F  
 H 04 B 9/00 L-6538-5K  
 // G 02 B 8/12 8507-2H 審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 光信号増幅器及び光伝送システム

⑯ 特 願 昭60-125964

⑰ 出 願 昭60(1985)6月10日

優先権主張 ⑱ 1984年6月14日 ⑲ イギリス (GB) ⑳ 8415212

㉑ 発 明 者 ジョン スチュアート イギリス国 エセックス ハーロー スタッフォーズ 6  
 ヒークス 番地

㉒ 出 願 人 スタンダード テレフ イギリス国 ロンドン ダブリューシー2アール 1デイ  
 オンズ アンド ケー ーユー ストランド 190番地  
 ブルス パブリック  
 リミテッド カンパニ

㉓ 代 理 人 弁理士 伊 東 忠 彦

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

光信号増幅器及び光伝送システム

## 2. 特許請求の範囲

(1) 基準光信号を取り出す手段と、入力光信号を該基準光信号と入力光信号との光周波数の中間の電気的周波数の電気信号へ変換する手段と、電気信号を増幅する手段と、増幅された電気信号を該基準光信号よりなる光搬送波上へ挿入する手段とよりなり、該入力光信号に対してコヒーレントでかつ増幅された光出力信号を得る光信号増幅器。

(2) 該変換手段は周波数変換器よりなる特許請求の範囲第1項記載の増幅器。

(3) 該周波数変換器はフォトダイオードよりなり、該基準光信号取り出し手段は「原子」標準に対し安定化された光局部発振器よりなり、フォトダイオードは入力光信号及び該基準光信号により照射され、また入力及び基準光周波数の差の光周波数よりなる中間周波数の出力電流

を有する特許請求の範囲第2項記載の増幅器。

(4) 該周波数変換器はフォトダイオードよりなり、該基準光信号取り出し手段は誘引局部発振器サーチモードで動作された所定の光周波数チャンネルにロックするレーザよりなり、該フォトダイオードは入力光信号及び該基準光信号により照射され、また入力光周波数及び基準光周波数の差の光周波数よりなる中間周波数の出力電流を有する特許請求の範囲第2項記載の増幅器。

(5) 挿入手段は入力光信号が基準光信号よりなる集積化光準直波導変換器を有する特許請求の範囲第1項記載の増幅器。

(6) 該増幅手段はGaAs広帯域増幅器よりなる特許請求の範囲第1項記載の増幅器。

(7) 基準光信号を取り出す手段と、入力光信号を該基準光信号と入力光信号との光周波数の中間の電気的周波数の電気信号へ変換する手段と、電気信号を増幅する手段と増幅された電気信号を該基準光信号よりなる光搬送波上へ挿入する

手段とよりなり、該入力光信号にコヒーレントでかつ増幅された光出力信号を得る光信号増幅器を含むコヒーレントな光伝送システム。

⑧ 中間周波数における電気信号よりチャンネルドロップした後にそれにチャンネル挿入する手段を含む特許請求の範囲第7項記載のコヒーレントな光伝送システム。

⑨ 電気信号を中間周波数において再タイミングする手段を含む特許請求の範囲第7項記載のコヒーレントな光伝送システム。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 産業上の利用分野

本発明は光増幅器、特にコヒーレント光伝送システムに関する。

#### 問題点を解決するための手段

本発明は、基準光信号を取り出す手段と、入力光信号を該基準光信号と入力光信号との光周波数の中間の電気的周波数の電気信号へ変換する手段と、電気信号を増幅する手段と、増幅された電気信号を該基準光信号よりなる光搬送波上へ挿入する

手段とよりなり、該入力光信号にコヒーレントでかつ増幅された光出力信号を得る光信号増幅器を提供する。

本発明はまた基準光信号を取り出す手段と、入力光信号を該基準光信号と入力光信号との光周波数の中間の電気的周波数の電気信号へ変換する手段と、電気信号を増幅する手段と、増幅された電気信号を該基準光信号よりなる光搬送波上へ挿入する手段とよりなり、該入力光信号にコヒーレントでかつ増幅された光出力信号を得る光信号増幅器を含むコヒーレントな光伝送システムを提供する。

#### 実施例

以下図面を参照して本発明の実施例を説明する。

高容量、長距離光ファイバシステムにおいてコヒーレント法の採用により生じる主たる利点には、量子制限に達する検出感度の向上による中継器間隔の増大；周波数領域多量化の採用によるシステム容量の増大、すなわちファイバの分散又は協働する電子回路の速度により決まる最大ビット速度

で各々動作する時分割多重化された情報の搬送したチャンネルの追加；例えば広帯域（光搬送波の）FM（周波数変調）に基づく高品質アナログ等変調フォーマットの選択の多様化；コヒーレント検出の組合2次でなく線形である協働する光検出増幅における線形性の要求の緩和、すなわち60dBのシステムダイナミックレンジの場合増幅器は120dBレンジでなく60dBしか必要としない点及び「ブラックボックス」形式での光増幅が実現する可能性が含まれる。

本発明が基本的に関与するのは後者の利点である。光増幅は周波数変換及びIF（中間周波数）での増幅を経て達成される。これは他方でIFにおける簡便なチャンネルドロップ及びチャンネルアクセスに寄与する。

一般に伝送システムの再生／分岐点の機能は信号増幅、チャンネルドロップ、チャンネル挿入及び再タイミングである。これらの機能は、光ファイバリンクの如き光システムでは、第1a図に示すフォトダイオード1と、帯域伊波器2と、例え

ばGaAlAsのレーザ3と、「原子」標準5を有する安定回路4と、例えばGaAsFETの広帯域増幅器6と、単側波帯変調器7とよりなる回路により実行し得る。第1a図の回路は光入力及び光出力を有し、また線形光（IF）増幅器を有する。

レーザ3は安定回路4及び「原子」標準5と共に、高いコヒーレンスを維持し、またIFを再生器の電子的帯域幅内に維持するため「原子」標準に対して安定化された光局部発振器を構成する。0.85μmではセシウムのD<sub>2</sub>線に基づく10MHzより良好な絶対的分解能を有する（第3図参照）かかる標準が文献（「Cs-D<sub>2</sub>線のドップラーのないスペクトルを用いたGaAlAsレーザの周波数安定化」、IEEE J. クオラムエレクトロニクス、第19巻第2号第169-175頁 1983年2月）に報告されている。他にも標準は光伝送システムの意図する故障域全般にわたり存在するので、0.85μmへの限定は必要でない。

フォトダイオード1及び光局部発振器は共に周波数通降変換器を構成する。フォトダイオード1は入力光信号及び実質的に高い、典型的には数mWの出力の光局部発振信号により照射される。光学的差周波数(中間周波数)におけるフォトダイオードの出力電流は伊波器2による帯域伊波の後GaAs広帯域増幅器6により増幅される。高い帯域幅の光システムでは増幅器6は15GHzに中心を有する10GHzの帯域幅を有してもよい。第1b図は広い周波数範囲にわたる、増幅器6の増幅対周波数応答特性の平坦で線形な性質及びその中の入力光信号により搬送される情報と関係する部分を示す。

増幅器6の出力を光搬送波信号上に再挿入する前に中間周波数で処理してもよい。ただし第1a図はかかる処理を有さない光増幅器を単に示している。情報変調フォーマットは所定のチャンネル内にTDMを有するFDMを有するのが好ましい。光搬送波再挿入前の増幅器6の出力からのチャンネルドロップ又はそれへのチャンネル挿入は例え

成される。レーザ13よりの光信号は各々枝導波路10及び11の一方にそれぞれ沿って導かれる2つの部分に分割される。枝10では内部の光信号の位相は枝導波路10の部分に附随して逐次上に配設された金属電極15を介して適当な電場(直交バイアス)を印加する結果他方の枝11内の位相に対して90°変化される。マイクロウェーブ入力16として示す、光搬送波信号すなわちレーザ13の出力上へ挿入される信号は枝導波路10内の光信号へ金属電極17を介して印加され、また枝導波路11内の光信号へ金属電極19を介して、また90°移相器18を経由して直交位相で印加される。

枝導波路10及び11の出力端での光信号は異なる位相を有し、枝導波路10及び11が出力導波路12へ収束する結果搬送波及び不要な側波帯を融着する干渉を生じる。

第2図の回路を特に第1a図の光増幅器に用いる場合の改良は、光局部発振器により導入されたノイズ成分を最高周波数を除き全て打消すべく光

ばマイクロストリップ技術により実現される従来のマイクロウェーブ伊波技術によりIFにおいて達成できる。再タイミングが必要な場合は個々の周波数チャンネルレベルで従来の如く実行すればよい。

増幅され、また適切に処理されたFDMブロックは単側波帯変調(通降変換)過程を経て光搬送波信号に挿入され、光搬送波信号は通降変換に用いられるのと同じ光局部発振器出力の部分よりなり、入力及び出力光周波数が確実に同じになる。この単側波帯変調による再挿入は例えば第2図に模式的に示す集積化光(電子-光学)単側波帯通降変換装置により達成しうる。

第2図の集積化光装置は内部に入力導波路9が延設されたニオブ酸リチウム基板8と、実質的に同一の光路長の2本の枝導波路10及び11と、出力導波路12とを有する。半導体レーザ13よりの光信号出力は入力導波路9の入力へ直接に又は光ファイバ14を経て印加される。第1a図の回路を使用する際、レーザ13はレーザ6より機

局発振器と単側波帯変調器の間に電子信号路での遅延と同じ大きさの光遅延を導入することを含む。

上記の如く原子標準に対し安定化されたレーザよりなる光局部発振器を用いるかわりに、回路を自動周波数制御構成に適合してレーザ中の電流を調整するなどして誘引局部発振モードで動作させ、特徴的なサインにロックインさせることもできる。

上記の特別な構成はコヒーレント光伝送システム用に、より低い周波数において対応を有しない多数の複雑な「回路」要素により線形光増幅を達成するためのものである。これらの要素は少なくとも原理的には既に実証済である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1a図は線形光IF(中間周波)増幅器の回路図、第1b図はFET増幅器及び入力情報の増幅対周波数特性を示す図、第2図は集積化光単側波帯変調器を示す図、第3図は0.85μmにおけるセシウムD<sub>2</sub>線の吸収スペクトルを示す図である。

1…フォトダイオード、2…帯域伊波器、3…レーザ、4…安定回路、5…「原子」標準、6…広帯域増幅器、7…単側波帯変調器、8…ニオブ酸リチウム基板、9…入力導波路、10、11…枝導波路、12…出力導波路、13…半導体レーザ、14…光ファイバ、15…金属電極、16…マイクロウェーブ入力、17、19…金属電極、18…移相器。

特許出願人 スタンダード テレフオンズ  
アンド ケーブルス パブリック  
リミテッド カンパニー  
代理人 弁理士 伊 東 忠 彦

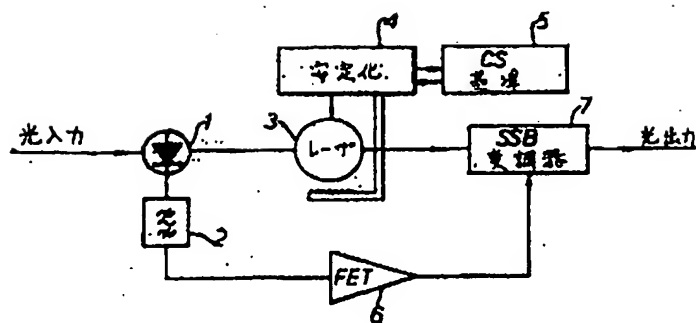


Fig. 1a.

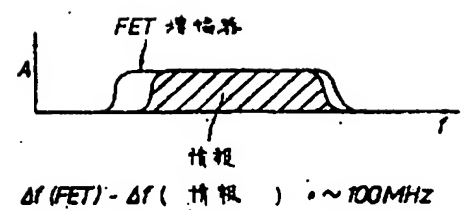


Fig. 1b.

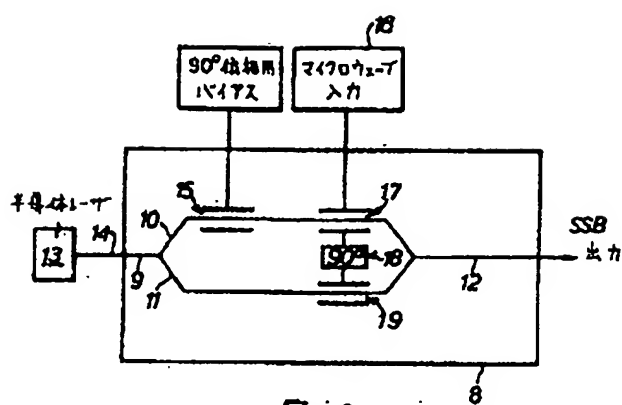
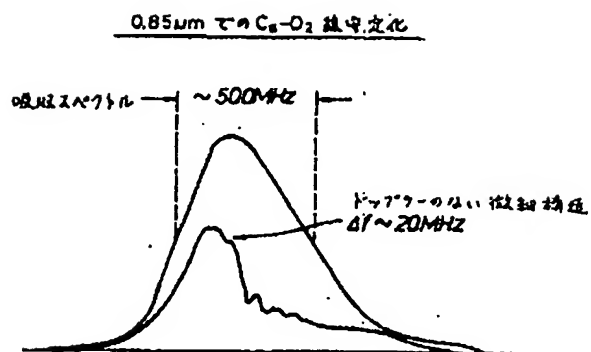


Fig.2.



セル寸法 5×3 cm  
圧力 4×10<sup>-7</sup> トル  
観測安定性 ~10 kHz

Fig.3.